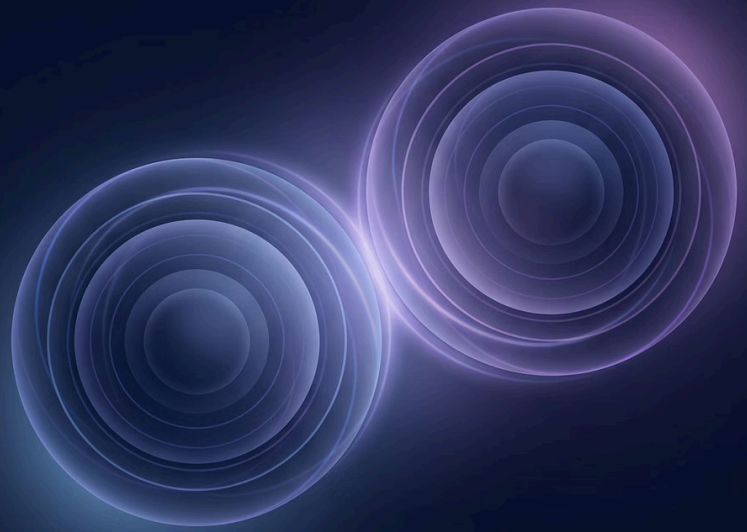
Lewis Asit ve Bazları

Ders Sunumu

Teradigma



Bugün Şunu Soracağız

Atomlar birbirleriyle nasıl "anlaşır"?

Bu anlaşmanın kuralları nereden geliyor?

Asit-Baz Anlayışı Nasıl Derinleşti?

1884: Arrhenius

Asit suya H^+, baz suya OH^- verir; yalnızca sulu ortam için geçerli

1

Brønsted-Lowry

Asit proton verir, baz proton alır; su olmadan da çalışır

2

1923: Lewis

Protonun ötesine geçildi; esas oyuncu **elektron** olarak belirlendi

3

Lewis Tanımı: Meselenin Kalbi

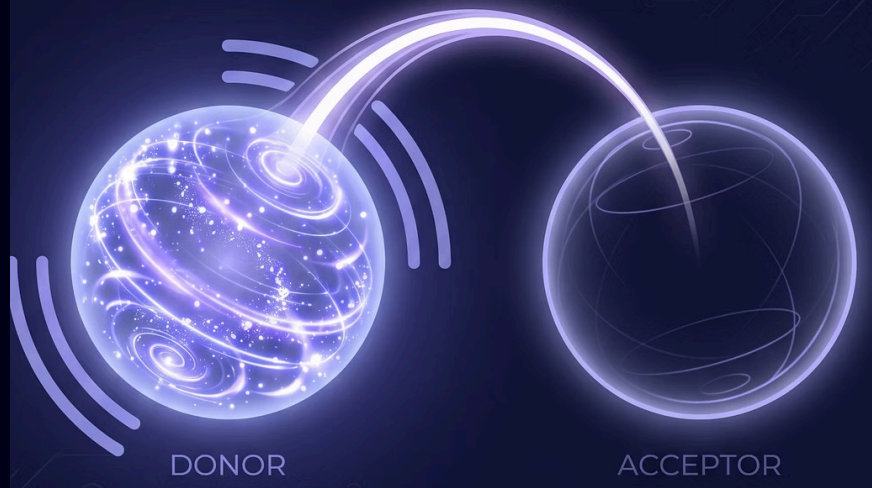
Lewis Asidi (Elektrofil)

Yapısında boş orbital bulunan, elektron çifti kabul edecek şekilde tasarlanmış tür

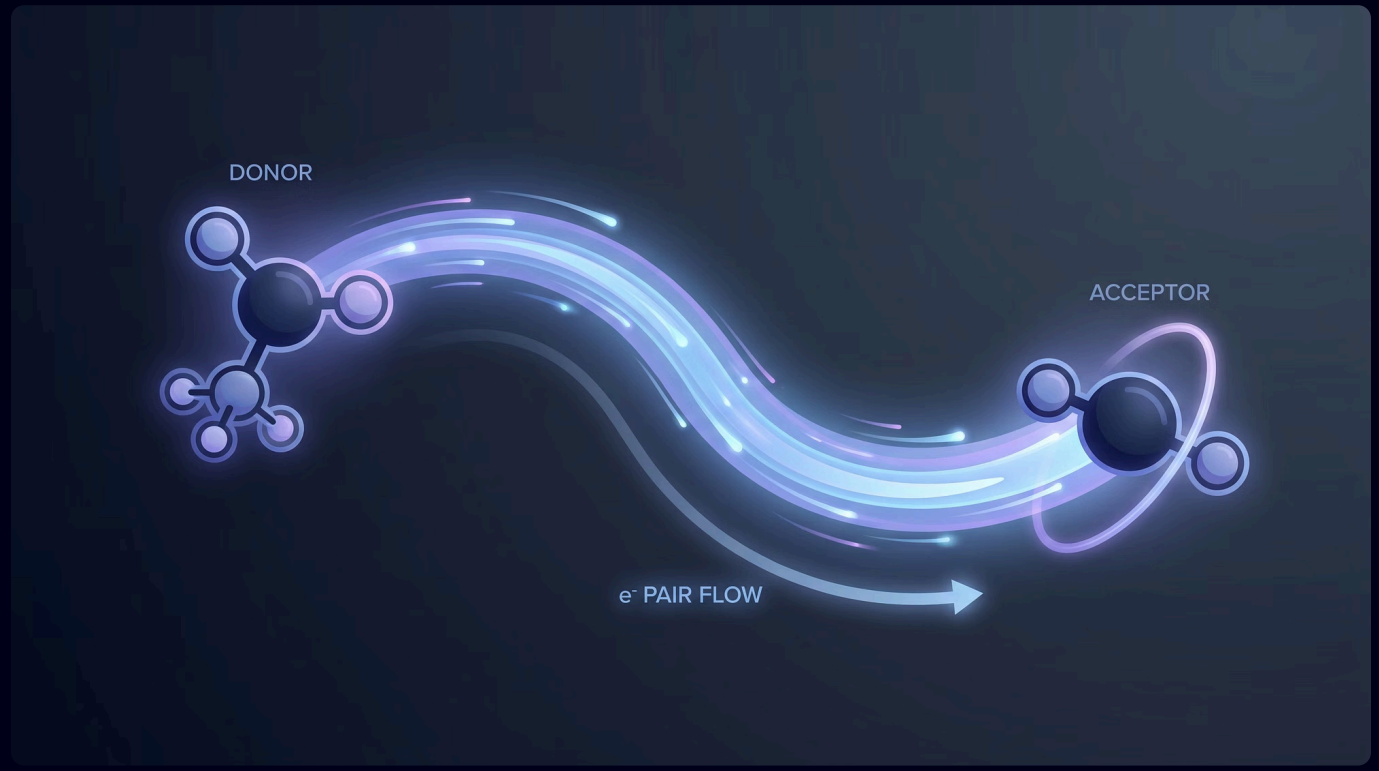
Lewis Bazı (Nükleofil)

Ortaklanmamış (paylaşılmaya hazır) elektron çifti taşıyan, bu çifti sunmakla görevli tür

> Bu tanım sayesinde, proton transferi olmayan yüzlerce reaksiyon da tek bir çatı altında okunabilir hale geldi.



Koordine Kovalent Bağ Nasıl Kurulur?

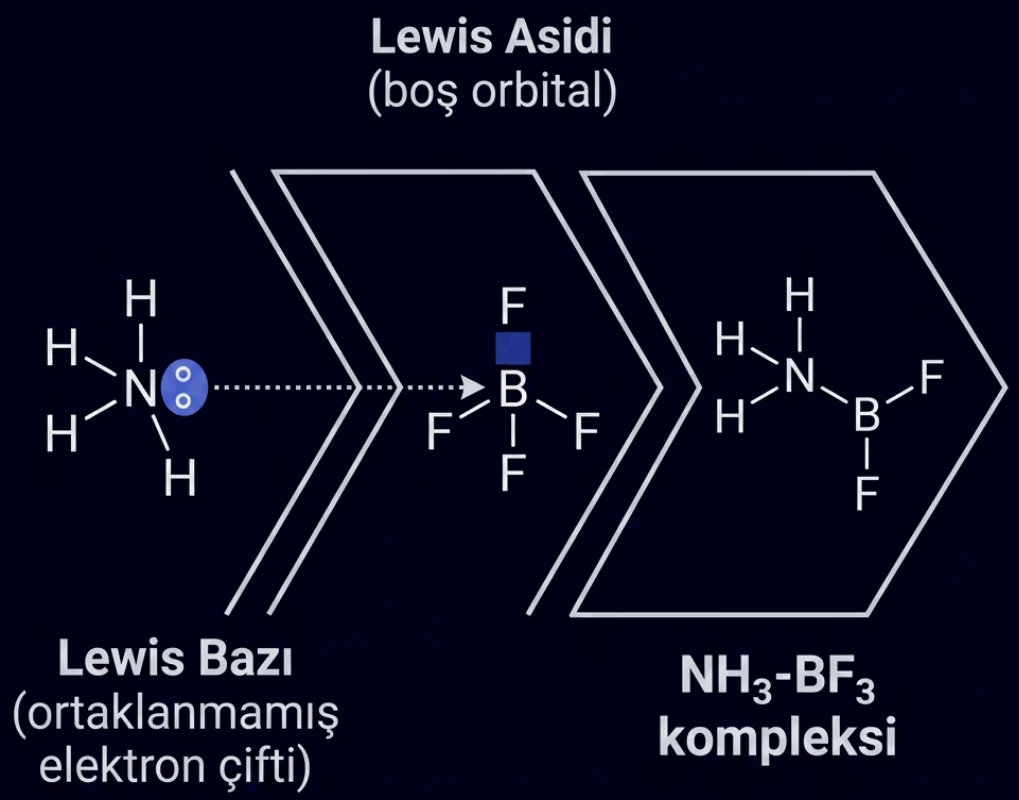


Baz, elinde fazladan bir "hediye paketi" (elektron çifti) tutar.

Asidin yapısında bu paketi alacak uygun bir "cep" (boş orbital) vardır.

İkisi karşılaştığında elektronlar, bir nehrin yatağına akması gibi bazdan aside doğru akar — ortaya **koordine kovalent bağ** (datif bağ) çıkar.

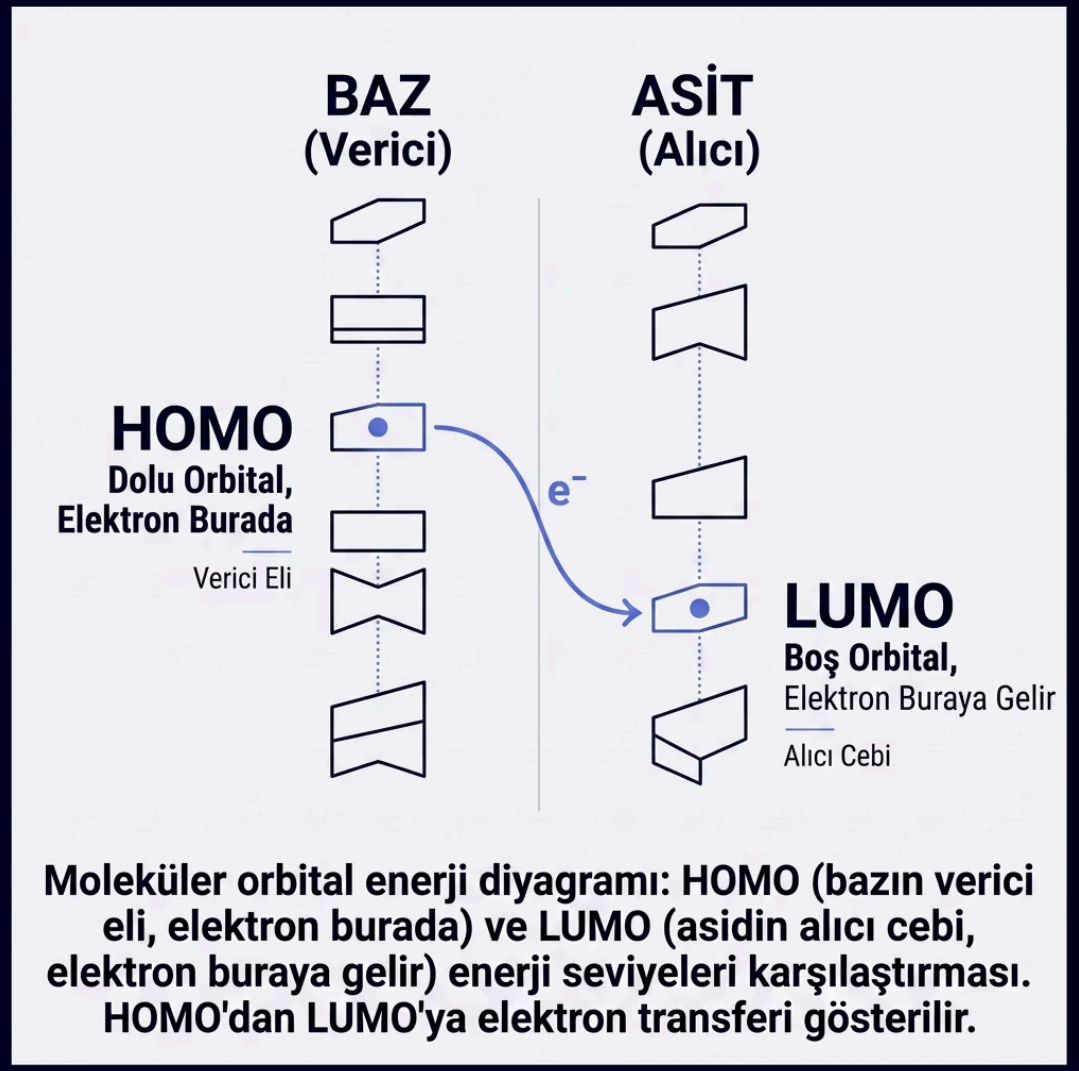
Somut Örnek: NH_3 ve BF_3



- Amonyak (NH_3): azot atomu ortaklanmamış elektron çifti taşır → **Lewis Bazı**
- Bor triflorür (BF_3): bor atomunun elektron eksiği var → **Lewis Asidi**
- Karşılaştıklarında azotun elektronu borun boşluğuna yerleşir; NH_3-BF_3 kompleksi oluşur

> Oluşan yapı, ayrı ayrı duranlara göre çok daha kararlı ve dengeli bir yapıdır.

Perde Arkası: HOMO ve LUMO



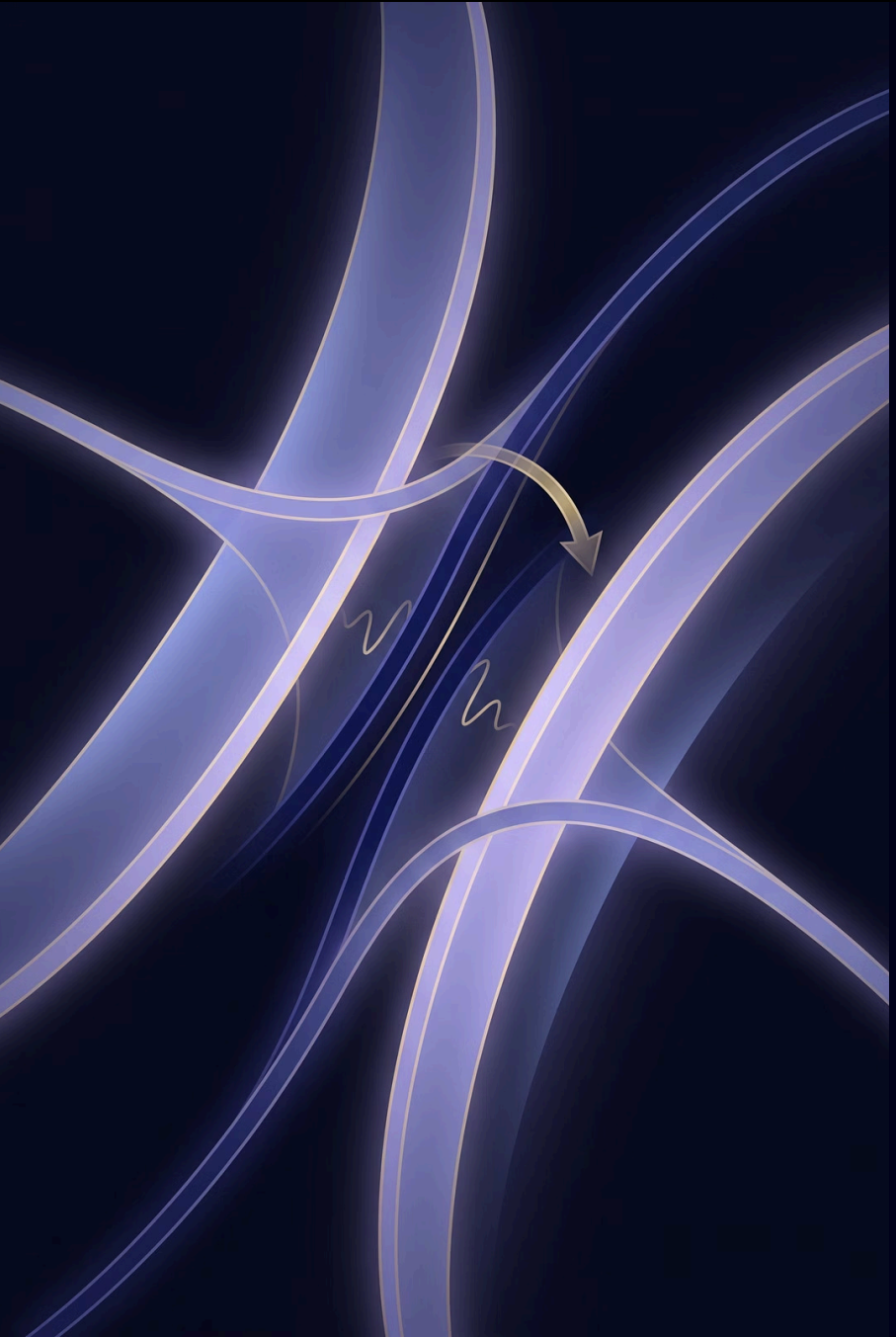
Moleküler orbital enerji diyagramı: HOMO (bazın verici eli, elektron burada) ve LUMO (asidin alıcı cebi, elektron buraya gelir) enerji seviyeleri karşılaştırması. HOMO'dan LUMO'ya elektron transferi gösterilir.

HOMO — Bazın "Verici Eli"

Moleküldeki en yüksek enerjili dolu orbital; çekirdeğin çekiminden en uzak, paylaşılmaya en hazır elektron buradadır

LUMO — Asidin "Alıcı Cebi"

En düşük enerjili boş orbital; dışarıdan gelen elektrona en açık kapı burasıdır



HOMO-LUMO Uyumu: İnce Ayar

Reaksiyon için HOMO ile LUMO'nun enerji seviyeleri birbirine yakın olmalıdır.

Fark Çok Az Olsaydı

Her madde kontrolsüzce reaksiyona girer, DNA ve protein gibi kararlı yapılar oluşamazdı

Fark Çok Fazla Olsaydı

Hiçbir reaksiyon gerçekleşmez, evren donuk ve cansız kalırdı

> Hayatı mümkün kılan reaksiyonlar için bu enerji aralıkları tam olması gereken dar bir bantta tanzim edilmiştir.

Atomlar Rastgele mi Eşleşir?

Ralph Pearson'ın 1963'te geliştirdiği **HSAB Teorisi** (Sert ve Yumuşak Asit-Bazlar) bu soruyu yanıtlar.

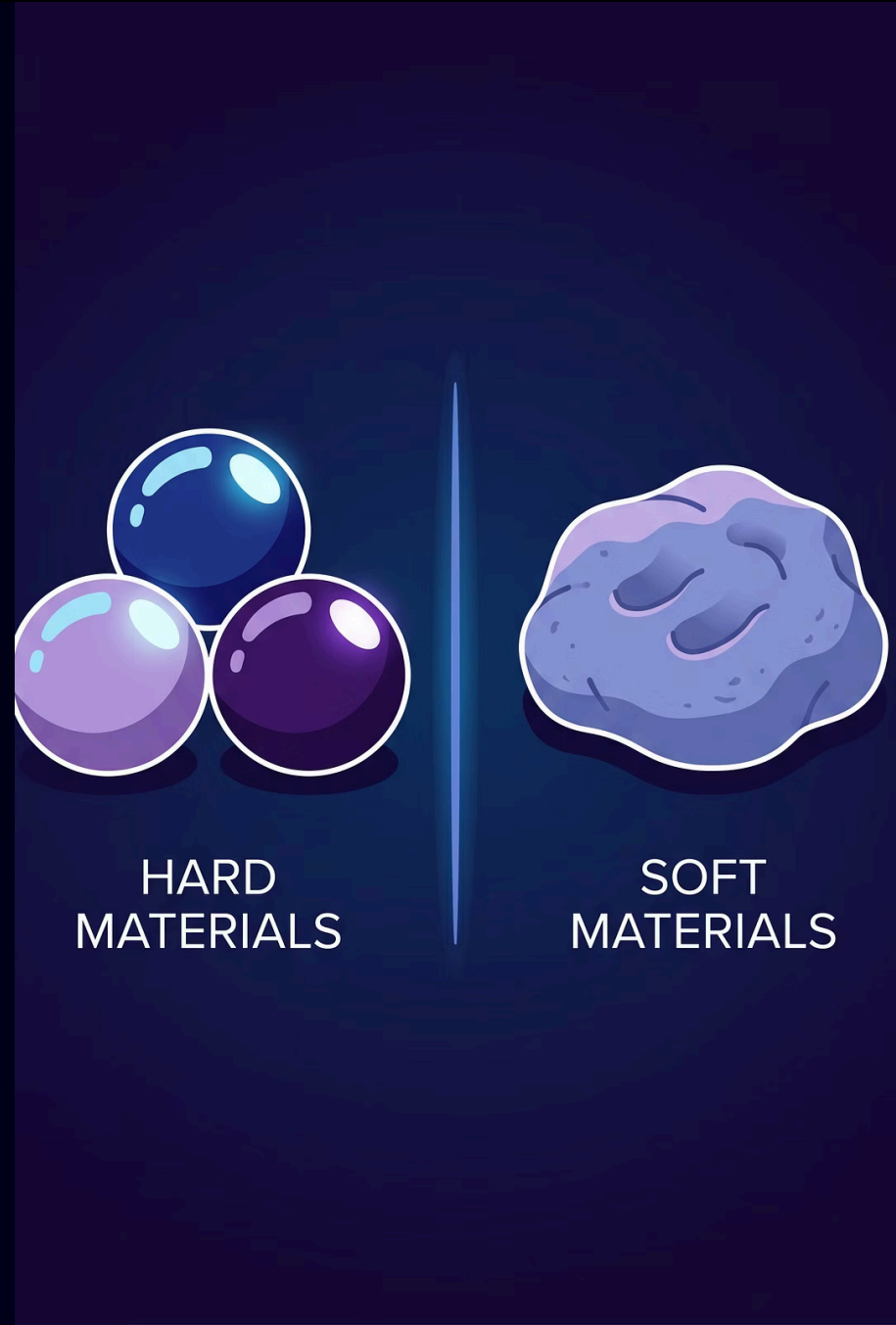
Temel kural: **Benzer, benzeri sever.**

Sert Asitler

Sert bazlarla eşleşir

Yumuşak Asitler

Yumuşak bazlarla eşleşir



Sert mi, Yumuşak mı?

Sert Türler

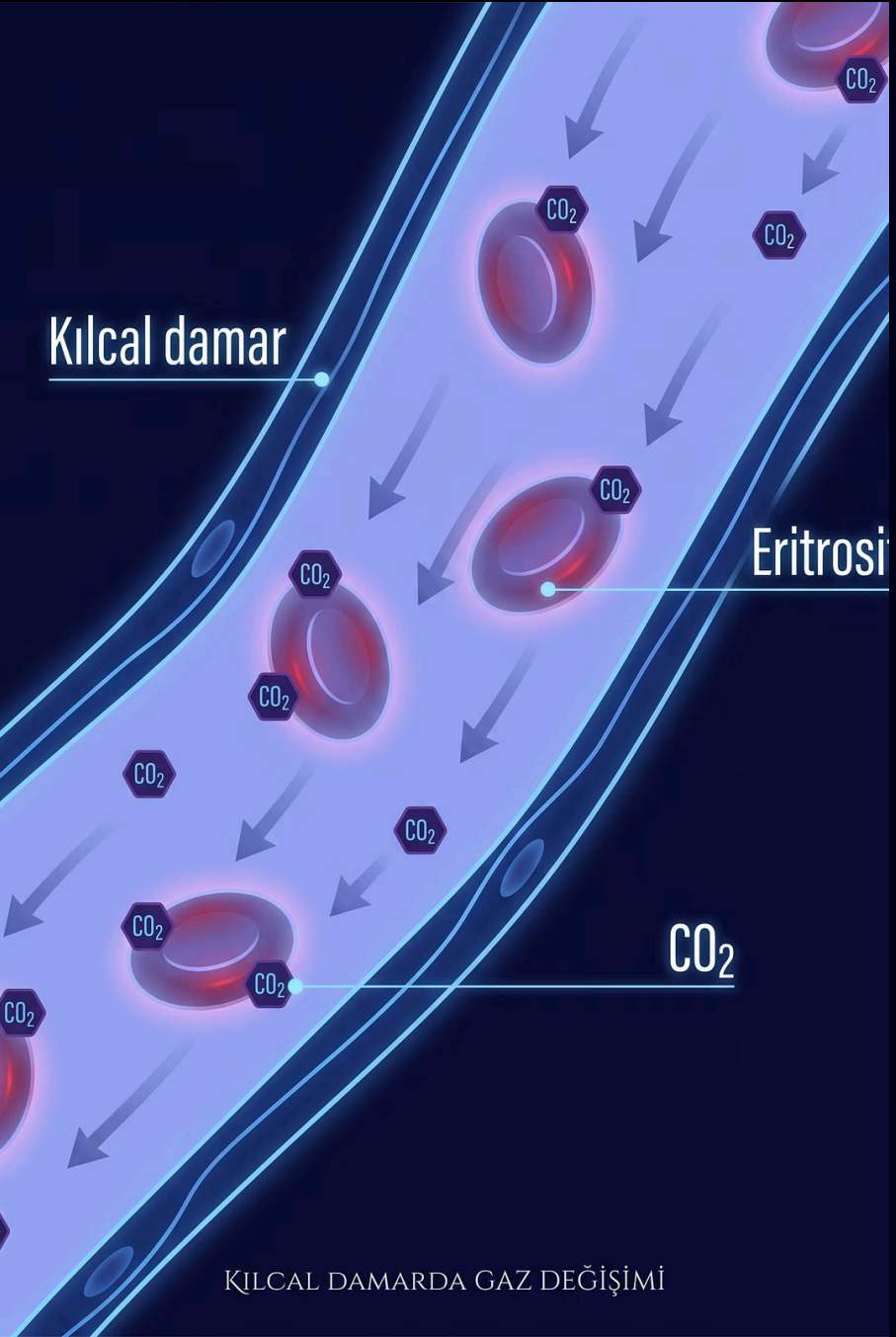
Küçük, yük yoğunluğu yüksek, elektron bulutu sıkı tutulur — bilardo topu gibi; iyonik bağ kurar

MG^{2+} CA^{2+} O^{2-}

Yumuşak Türler

Büyük, yük yoğunluğu düşük, elektron bulutu gevşek ve kolayca şekil değiştirir — hamur gibi; kovalent bağ kurar

HG^{2+} AG^{+} S^{2-}



Karbonik Anhidraz: Saniyede Bir Milyon

Hücrelerimizde oluşan CO_2 atığı kana geçmeli, oradan akciğerlere taşınmalıdır.

Bu dönüşüm enzim olmadan çok yavaş gerçekleşir; kanda asit birikir, hücreler zehirlenir.

10M

Kat Hızlanma

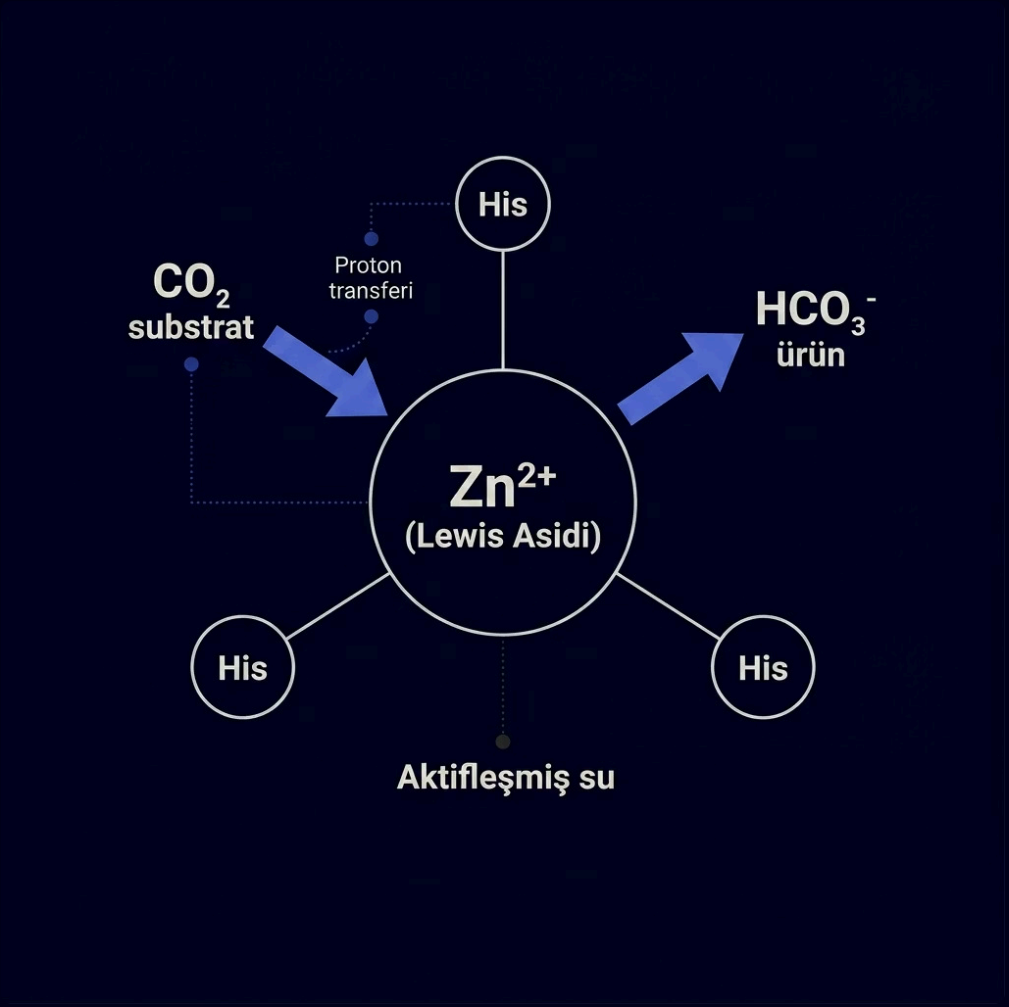
Karbonik Anhidraz enziminin reaksiyonu hızlandırma katsayısı

1M

CO_2/Saniye

Enzimin saniyede dönüştürdüğü karbondioksit molekülü sayısı

Karbonik Anhidraza Neden Tam Çinko?



Redoks Kararlılığı

Çinko hücre içinde yalnızca +2 değerlikte sabit kalır; demir veya bakır gibi değerlik değiştirip tehlikeli yan ürünler oluşturmaz

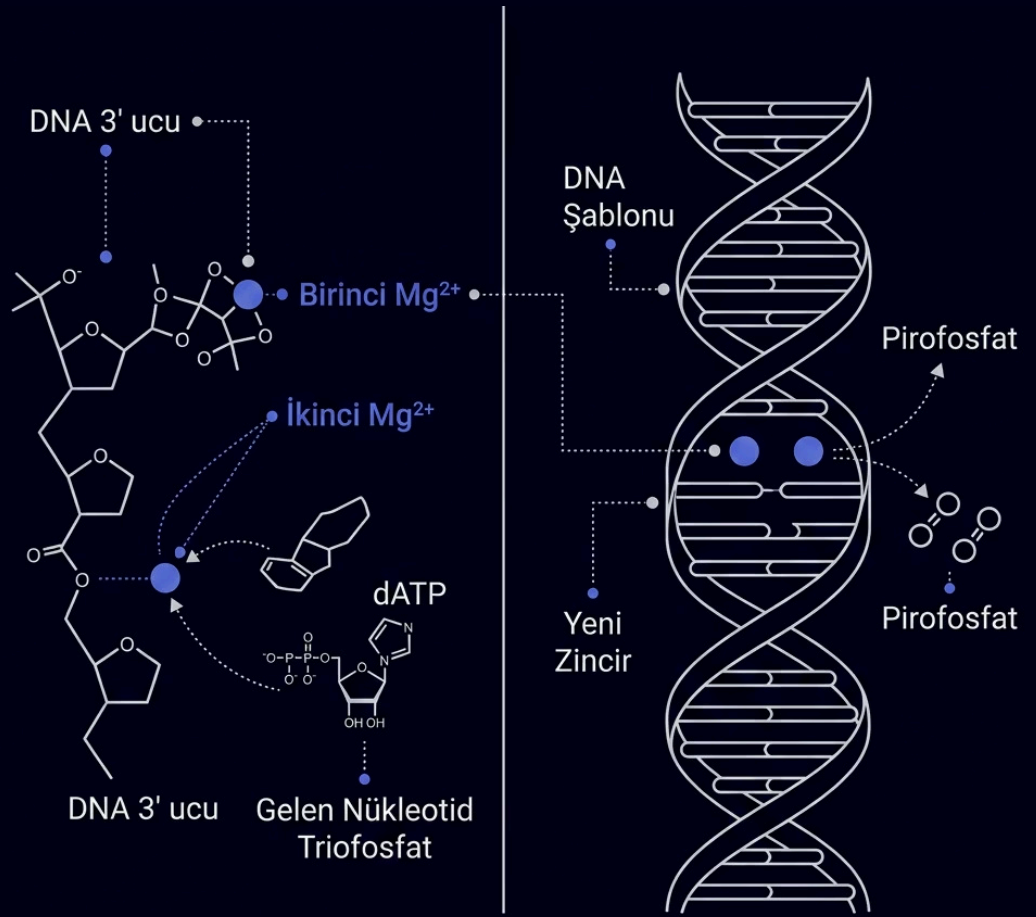
Orta Sertlik

Suyu aktifleştirecek kadar çekici, ürünü serbestçe bırakacak kadar esnek — ne çok sert (Mg gibi) ne çok yumuşak (Hg gibi)

Geometrik Uyum

Enzim içinde "bozuk dörtyüzlü" geometride tutulur; bu gergin yapı reaksiyonu daha da hızlandırır

DNA Polimeraz: Kopyalamada Sıfır Hata



İki adet Mg^{2+} iyonu, DNA zincirinin 3' ucunu aktifleştirir ve gelen nükleotidi doğru pozisyona yerleştirir.

3 milyar harflik genetik kodun kopyalanmasında **DNA Polimeraz** enzimi iki adet **Magnezyum (Mg^{2+})** iyonunu kullanır.

1

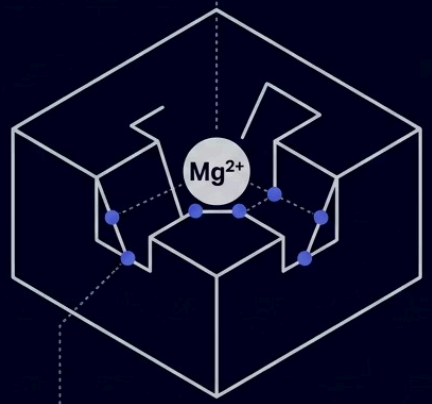
Birinci Mg^{2+}
DNA zincirinin ucunu aktifleştirir, yeni harfi kabul etmeye hazırlar

2

İkinci Mg^{2+}
Gelen nükleoitidi doğru pozisyona yerleştirir

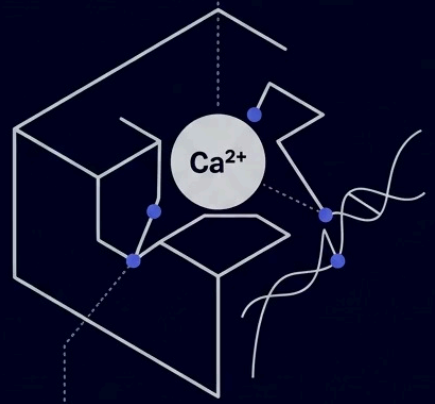
Neden Magnezyum, Kalsiyum Değil?

Mg^{2+}: Doğru Geometri



Mg^{2+} küçük iyon enzim aktif bölgesine tam oturuyor.

Ca^{2+}: Hatalı Geometri



Ca^{2+} büyük iyon aktif aktif bölgeye sığmıyor veya veya yanlış geometri oluşturuyor, DNA kopyalama duraksıyor.

Hücrede bol bulunan Kalsiyum (Ca^{2+}) da +2 yüklüdür ve sert bir asittir.

Ancak Ca^{2+}'nin atom çapı Mg^{2+}'den yalnızca **0.28 Ångström** büyüktür.

⚠ Bu atomik boyut farkı kalsiyumun enzimin aktif bölgesine sığmamasına ya da yanlış geometri oluşturmasına yol açar — sonuç: DNA kopyalama durur ya da hata dolu kopyalar çıkar.

Cıva Neden Zehirlidir?

Cıva (Hg^{2+}) yumuşak bir Lewis Asididir.

Enzimlerimizin yapısındaki kükürt (S) atomları ise yumuşak baz karakteri taşır.

"Yumuşak yumuşağı sever" kuralı gereği cıva, enzimlerdeki asıl metalleri (Zn, Mg) yerinden eder ve kükürt atomlarına çok güçlü bir kovalent bağla yapışır — enzimin şekli bozulur, kilitlenir, çalışamaz hale gelir.

Kanun Değişmez; Taraflar Değişir

> HSAB kuralları hem hayatı sürdüren doğru eşleşmeleri (Mg^{2+}–DNA) hem de hayatı durduran yanlış eşleşmeleri (Hg^{2+}–enzim) yönetir.

Doğru Eşleşme

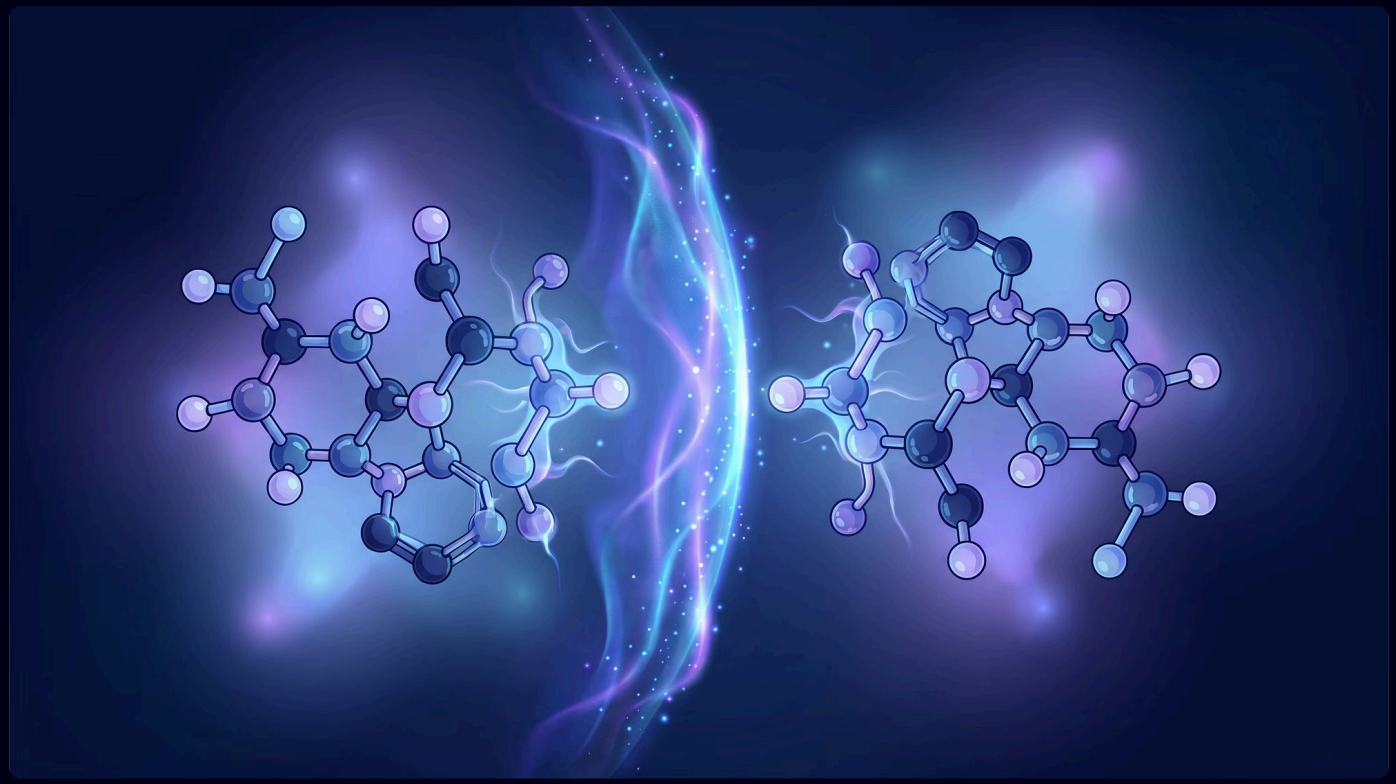
Mg^{2+} – DNA: Hayatı sürdürür, genetik kodu korur

Yanlış Eşleşme

Hg^{2+} – Enzim: Hayatı durdurur, proteini işlevsiz kılar

Zehir de biyokimyasal kanunların sadık bir uygulayıcısıdır.

Hayal Kırıklığından Doğan Fırsat: FLP

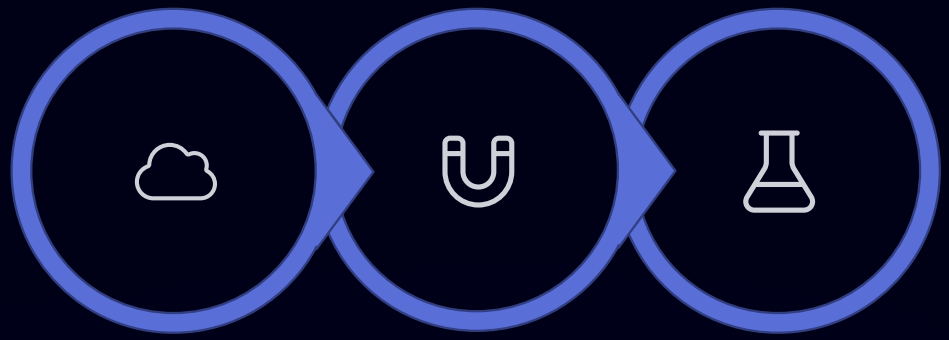


2006'da keşfedilen **Frustrated Lewis Pairs (FLP — Hayal Kırıklığına Uğramış Çiftler):** güçlü bir Lewis asidi ile güçlü bir Lewis bazının etrafına büyük moleküler gruplar yerleştirilir.

- İkisi kimyasal olarak birbirini çekse de fiziksel engel yüzünden birleşemez
- Aralarında sönümlenmemiş, yüksek bir reaktivite alanı oluşur
- Bu alan, normalde parçalanması çok zor olan H_2 ve CO_2 moleküllerini oda koşullarında parçalayabilir

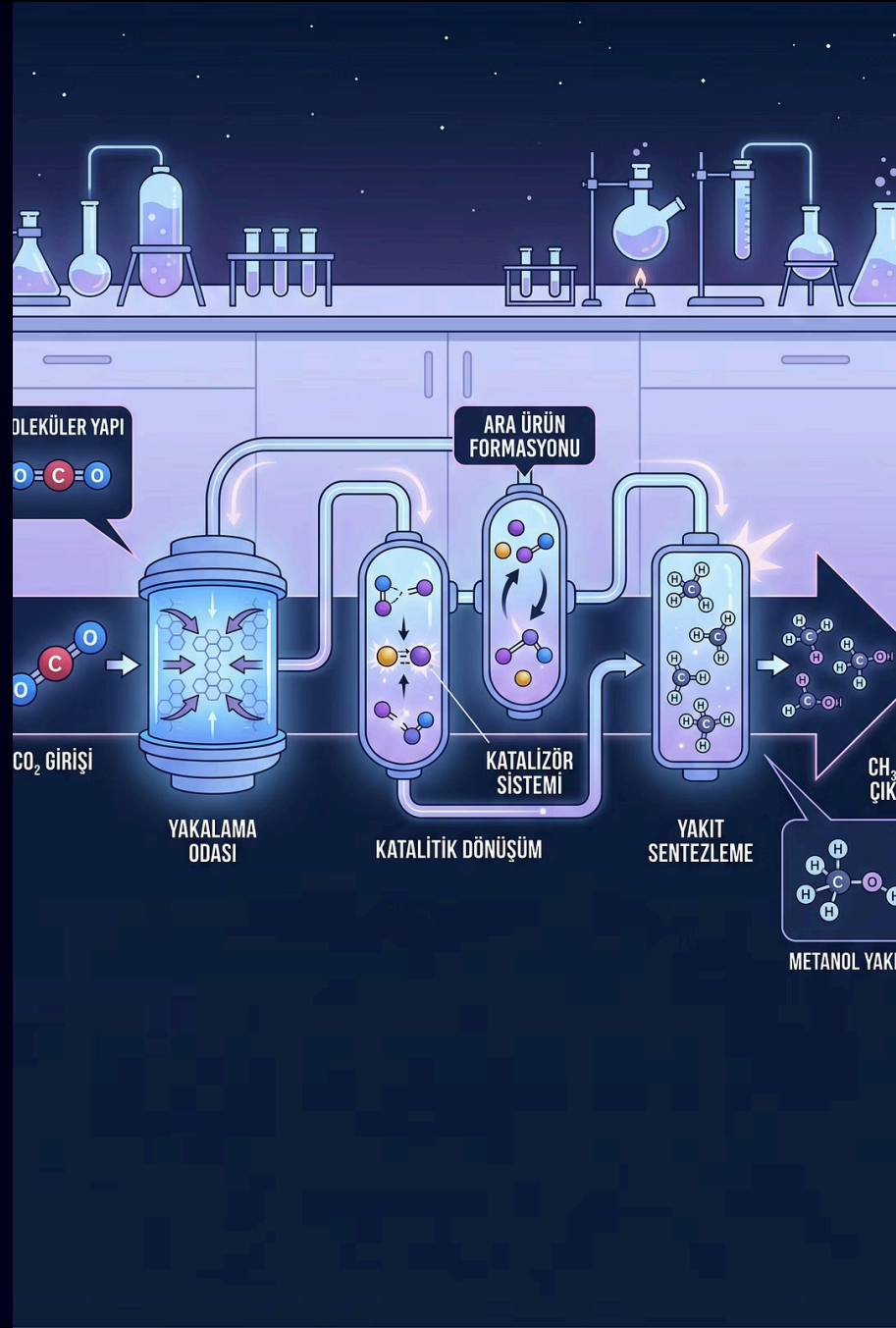
FLP'nin Çevre İçin Önemi

Normalde CO_2'yi parçalamak için yüksek ısı, basınç veya pahalı metal katalizörler gerekir.



CO_2 Yakalama | Aktivasyon | Metanol Dönüşümü

> Görünürdeki "engel", daha yüksek bir faydanın kapısını aralamak için bir vesile olmuştur.



Lewis Asitleri Plastiği Geri Dönüştürür

Yüzyıllarca bozulmayan plastikler, özel Lewis asidi katalizörleri (Zn, Al, B bileşikleri) sayesinde yapı taşlarına ayrıştırılabilir.

Metal iyonu, plastiğin oksijen atomlarına bağlanarak (Lewis asit-baz etkileşimi) zinciri bir arada tutan bağları zayıflatır ve koparır.

Atık plastik, ham maddesine döner ve yeniden kullanılabilir hale gelir.

Dersin Özeti: Atomların Sessiz Mimarisi

01

Lewis Teorisi

Asit-baz etkileşimini elektron alışverişi üzerinden okur

02

HOMO-LUMO Uyumu

Hangi reaksiyonun gerçekleşeceğini belirler

03

HSAB Kuralı

Atomların kimi tercih edeceğini yönetir

04

Biyolojik Sahneler

Karbonik anhidraz (Zn^{2+}), DNA polimeraz (Mg^{2+}) ve cıva zehirlenmesi aynı kuralların farklı sahneleridir

05

FLP Keşfi

Görünen "engel"in bir fırsata dönüşebileceğini gösterir

> Atomların sahip olduğu özellikler — orbital enerjileri, iyon çapları, sertlik dereceleri — kendileri tarafından belirlenmemiştir. Her biri, üstleneceği göreve tam uygun biçimde tanzim edilmiş olarak karşımıza çıkar.